



EFNAGREININGAR Á HVERALOFTI 1962-68.

Gunnlaugur Elísson  
Raunvísindastofnun Háskólans.

Febrúar 1969

EFNAGREININGAR Á HVERALOFTI 1962-68.

Gunnlaugur Elísson  
Raunvísindastofnun Háskólans.

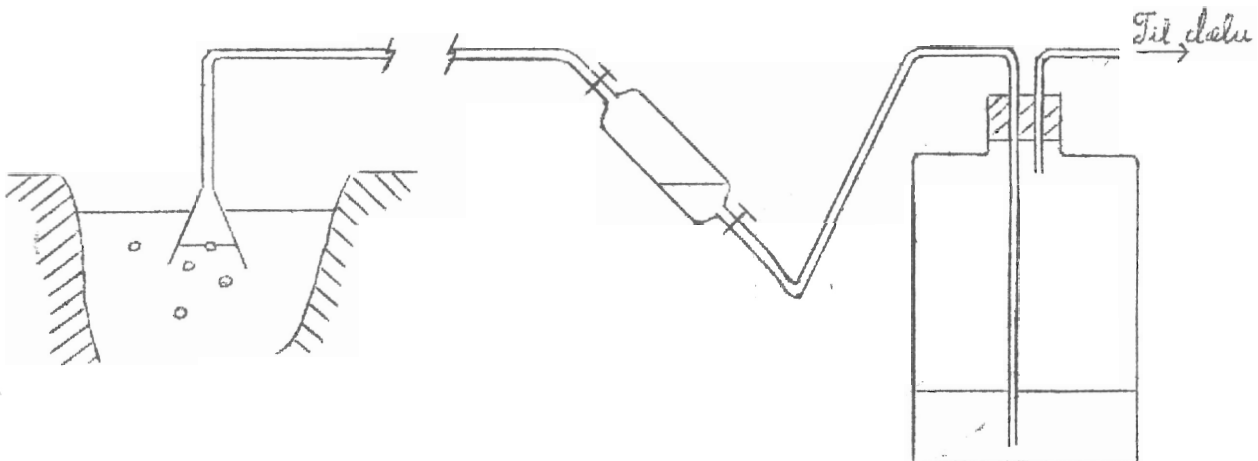
Febrúar 1969

Inngangur.

Hér á eftir fara niðurstöður efnagreininga á hveralofti gerðar á árunum 1962 - 1968. Efnagreiningarnar voru flestar framkvæmdar á Iðnaðardeild Atvinnudeildar Háskólans (síðar Rannsóknastofnun iðnaðarins) ýmist á vegum þeirrar stofnunar, eða fyrir Jarðhitadeild Raforkumálastjóra (síðar Orkustofnun). Viðkomandi aðilar hafa góðfúslega veitt leyfi til að fjölríta þessar niðurstöður. Efnagreiningar síðastliðins árs hafa verið gerðar á Raunvísindastofnun Háskólans.

Sýnishornataka.

Myndin sýnir, hvernig sýnishorn af hveralofti voru tekin úr sjóðandi hverum og heitum pollum. Samskonar aðferð var einnig notuð við töku sýnishorna úr gufuhverum. Stundum var kælispiral komið fyrir milli trektarinnar og gastúbunnar. Notuð var handdæla til að skapa hæfilegan undirþrýsting í flöskunni. Gastúban var fyrst fyllt með vatni úr hvernum, síðan var hveraloftinu, sem safnaðist í trektina, smám saman dælt yfir í gastúbuna, unz hún var full af hveralofti. Áður en báðum hönum gastúbunnar var lokað var þess gætt,



að hún væri ekki heitari en ca. 30°C og innihéldi hveraloft með um 1 atm. þrýsting. Þegar tekin eru sýnishorn úr borholum er nauðsynlegt að nota skilju til að skilja að vatn og gufu. Kælispírall er þá tengdur við gufustút skiljunnar til að þétta gufuna og gastúban tengd við hinn enda kælispíralsins. Þá er ekki nauðsynlegt að nota dælu, þar sem vanalega er nægilegur yfirþrýstingur í borholum. Taka sýnishorna úr borholum er nánar lýst í "Greinargerð um aflmælingar", eftir Sveinbjörn Björnsson og Sigurð Benediktsson (Orkustofnun, júní 1968). Ég hef unnið að söfnum meirihluta sýnishornanna ásamt Guðmundi Sigvaldasyni (Atvinnudeild Háskólans), Braga Árnasyni (Raunvísindastofnun Háskólans), Sveinbirni Björnssyni, Ólafi Sigurjónssyni, Stefáni Sigurmundssyni (Orkustofnun) og fleirum. Önnur sýnishorn voru aðsend. Þau voru tekin af starfsmönnum Jarðhitadeildar Orkustofnunar og Raunvísindastofnunar Háskólans.

Í töflunum hér á eftir er gefið upp hvenær sýnishornin voru tekin. Þau voru vanalega efnagreind næsta dag eða nokkrum dögum seinna.

#### Efnagreining.

Brennisteinsvetni ( $H_2S$ ), var ákvarðað með Tutwiler áhaldi. Teknir voru 100 ml af hveralofti til hverrar ákvörðunar og títteraðir með 0,1 N jöðupplausn. Sterkjuupplausn var notuð sem indikator. Eftirfarandi efnabreyting á sér stað, þegar títterað er:



Við útreikning á  $H_2S$  þarf að taka tillit til hitastigs og loftþrýsings. Á jöfnunni hér að ofan sést, að 1,00 ml af 0,1000 N jöðupplausn svarar til 1,20 ml af



H<sub>2</sub>S við 20°C og 760 torr. Nákvæmni þessarar ákvörðunar er ± 0,05 til 0,10 ml H<sub>2</sub>S. Þar sem ekkert H<sub>2</sub>S finnst með þessari aðferð, er það minna en 0,05%.

Koldíoxíð (CO<sub>2</sub>), súrefni (O<sub>2</sub>), vetni (H<sub>2</sub>) og metan (CH<sub>4</sub>) voru ákvörðuð með Orsat tæki í þessari röð. Áður en sýnishornið er tekið til efnagreiningar í Orsat tækinu, er H<sub>2</sub>S fellt út í súrri kúprísúlfatupplausn sem CuS, þar sem það myndi annars ákvarðast með CO<sub>2</sub>. Byrjað er á að hleypa hæfilegu magni af lofti (vanalega 100 ml) inn á mælibyrettu Orsat tækisins. Síðan er hver lofttegundin á eftir annarri fjarlægð með absorption, eða á annan hátt, og rúmmálsminnkunin mæld í hvert sinn við konstant þrýsting (loftþrýstinginn á hverjum tíma). Allar niðurstöður eru gefnar upp í rúmmálsprósentum. CO<sub>2</sub> er absorberað í natríumhydroxíðupplausn. O<sub>2</sub> er absorberað í alkalískri pyrogallolupplausn. Við ákvörðun á H<sub>2</sub> er loftið leitt yfir kúpríoxíð við 290-300°C, en við það oxíðerast H<sub>2</sub> í H<sub>2</sub>O. Þar sem rúmmál vatnsins, sem myndast, er hverfandi, svarar vetnisinnihald loftsins til rúmmálsminnkunarinnar. CH<sub>4</sub> er ákvarðað við hægán bruna í súrefni:



Á líkingunni sést, að rúmmálsminnkunin við brunann er tvöfalt meiri en metaninnihald sýnishornsins.

Köfnunarefni (N<sub>2</sub>) og inaktívar lofttegundir eru ekki ákvarðaðar með Orsat tæki. Hins vegar eru þau oft gefin upp sem það magn, er vantar upp á 100%, þegar hinar lofttegundirnar hafa verið lagðar saman (sbr. bls. 8 og 9).

Rúmmál lofttegunda er mjög háð bæði hitastigi og þrýstingi. Þess vegna er mælibyretta Orsat tækisins höfð í vatni til að koma í veg fyrir hitasveiflur. Ákvörðun með Orsat tæki tekur það stuttan tíma, að ekki er gert ráð fyrir, að loftþrýstingurinn breytist teljandi á meðan. Aflestrarnákvæmni við hverja ákvörðun er 0,1 ml.

Vetni, argon (Ar), köfnunarefni og metan voru stundum ákvörðuð með gaskrómatograf. Notaður var Perkin-Elmer 154 L gaskrómatograf. Súlan, sem notuð er, er 2 m "molecular sieve 5 Å", en það er syntetiskur zeolit.  $\text{CO}_2$  og  $\text{H}_2\text{S}$  festast í súlunni við venjulegt hitastig ( $20^\circ\text{C}$ ) og voru því ekki ákvörðuð á þennan hátt. Helíum var notað sem burðargas (carrier gas), nema við ákvörðun á  $\text{H}_2$ , en þá var notað köfnunarefni. Burðargasið flytur hinar ýmsu lofttegundir mismunandi hratt gegnum súluna vegna mismunandi adsorptionar. Sama lofttegund fer á sama tíma gegnum súluna við óbreyttar aðstæður. Skynjari (detector) tækisins mælir breytingar í varmaleiðni loftstraumsins, en á því byggist ákvörðunin. Ar og  $\text{O}_2$  skiljast ekki að með þessari súlu og er Ar því sjaldan gefið upp, helzt þegar  $\text{O}_2$  finnst ekki.  $\text{H}_2$  var einkum ákvarðað með þessari aðferð, þegar lítið var af því í sýnishorninu.

Samkvæmni við þessar ákvarðanir er um 2%, þegar bezt lætur. Með gaskrómatograf er hægt að ákvarða lofttegundir í miklu minni konsentration en með Orsat tæki, auk þess sem ákvörðun með gaskrómatograf tekur styttri tíma en með Orsat tæki.

Reykjavík

Borhola	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Lækjarhvammur I	26. 4.65	0,0	0,2	0,0	0,00	-	98,0	1,9
	2.12.65	0,0	0,0	0,0	0,01	0,03	98,0	2,03
Lækjarhvammur II	2.12.65	0,0	-	0,0	0,24	0,02	98,0	2,28
Bílasmiðja I	27. 9.65	0,0	0,0	0,0	0,01	0,04	97,1	2,07
Bílasmiðja II	27. 9.65	0,0	0,0	0,0	0,25	0,05	97,1	2,20
Laugarnes I	2.12.65	0,0	0,3	0,0	0,08	0,04	98,0	2,06
Undraland II	27. 9.65	0,0	0,2	0,0	0,13	0,06	97,8	1,94
	2.12.65	0,0	0,2	0,0	0,09	0,04	98,0	2,12
Hátún II	27. 9.65	0,0	0,1	0,0	0,04	0,06	98,0	2,06
Hátún III	27. 9.65	0,0	0,1	0,0	0,00	0,04	98,0	1.58

Reykjanes - Krísuvík

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Reykjanes hver 1967	2.10.67	0,5	87,0	2,2	1,2	0,1	-	-
	1.11.67	0,3	81,0	4,3	0,7	0,1	-	-
	25. 9.68	0,7	82,2	4,6	0,7	0,1	-	-
Krísuvík, hola 14	17. 1.67	9,8	82,8	0,0	7,0	0,03	0,55	0,09
Krísuvík uppstreymi í gili ofan við holu 14 í læknum	9. 3.67	5,3	66,6	0,0	4,4	0,01	-	-
Krísuvík gasuppstreymi í Austurengjahver	9. 3.67	0,0	34,3	10,8	-	-	-	-

Hengilssvæðið  
(nema Hveragerði).

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Innstidalur gufuhver í gili	10. 8.66	8,2	75,2	0,0	15,0	0,21	1,1	-
Innstidalur, gufu- auga í læk við gufuhverinn	21.10.68	6,2	75,3	0,5	16,0	0,15	2,0	-
Miðdalur, hvera- auga nyrzt við	10. 8.66	2,9	90,4	0,0	4,8	0,7	-	-
læk undir brekku	21.10.68	1,6	89,6	0,1	4,9	0,72	3,0	-
Miðdalur, leir- hver	22. 6.66	88,5		0,0	6,2	0,96	3,3	-
Fremstidalur undir Syllum	10. 8.66	0,8	81,9	0,0	8,4	1,0	7,7	0,2
Fremstidalur pollur undir Bitru	10. 8.66	0,0	58,5	1,1	11,7	0,95	27,0	-
Gufuhver nálægt Kýrgili	30. 5.67	2,6	93,8	0,0	1,7	0,49	1,55	-
Ölkelduháls	30. 5.67	0,0	87,7	0,0	3,9	0,10	8,15	0,3
Reykjadalur Klambragil	30. 5.67	0,9	94,9	0,0	1,2	0,00	-	-
Reykjadalur við kofa	22. 6.66	0,0	89,0	0,0	0,0	0,71	9,9	0,3
Hverakjálki	30. 5.67	2,6	91,0	0,0	2,0	0,03	4,43	-
Grensdalur hver III	9. 1.67	0,0	85,4	0,1	0,3	-	-	-
Köldulaugar, gufuhver	20. 5.68	19,7	49,0	0,0	27,7	0,6	-	-
Köldulaugar, hver	20. 5.68	11,5	52,9	0,0	30,4	0,5	-	-
Nesjalaugagil, hver	20. 5.68	2,3	63,8	0,0	21,7	-	-	-
Nesjavellir, hola I	11.11.65	6,9	59,9	0,0	32,0	0,2	0,82	-
	20. 5.68	7,6	43,9	0,0	46,4	0,5	-	-
Nesjavellir, hola II	11.11.65	7,3	67,0	0,0	23,7	0,2	1,4	-
	20. 5.68	12,4	51,7	0,0	33,7	0,5	-	-
	12.11.68	14,2	50,2	0,0	33,9	0,20	-	-
Nesjavellir, hola III	20. 5.68	16,0	47,9	0,0	32,8	0,9	-	-

Hveragerði og nágrenni.

Borhola	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> +Ar
Hóla I Hvera- gerði	24.10.62	3,4	83,8	0,0	3,4	0,4	9,0
	22.11.62	3,4	85,1	0,0	2,7	0,3	8,5
	27.12.62	2,6	76,9	0,0	4,1	0,4	16,0
	21. 2.63	4,1	86,6	0,0	2,8	0,3	6,2
	27. 3.63	3,8	85,7	0,0	3,1	0,3	7,1
	26. 4.63	3,5	85,4	0,0	3,1	0,3	7,7
	29. 5.63	4,1	86,7	0,0	2,6	0,3	6,3
Hóla II Hvera- gerði	19. 9.62	4,9	86,0	0,0	2,2	0,3	6,6
	24.10.62	4,1	85,0	0,0	2,6	0,3	8,0
	24.11.62	3,5	84,0	0,0	2,9	0,3	9,3
	27.12.62	2,9	83,3	0,0	3,3	0,4	10,1
	29. 1.63	3,9	84,9	0,0	2,7	0,3	8,2
	21. 2.63	3,5	85,8	0,0	2,7	0,4	7,6
	27. 3.63	3,6	86,3	0,0	2,5	0,3	7,3
	26. 4.63	3,5	86,8	0,0	2,5	0,3	6,9
	29. 5.63	3,8	87,4	0,0	2,5	0,3	6,0
Hóla I Gufudal	19. 9.62	4,7	80,7	0,0	2,9	0,3	11,4
	24.10.62	6,6	82,2	0,0	2,1	0,3	8,8
	24.11.62	7,1	81,0	0,0	2,6	0,3	9,0
	27.12.62	4,3	83,1	0,0	4,1	0,2	8,3
	29. 1.63	7,5	84,7	0,0	3,1	0,2	4,5
	21. 2.63	4,4	86,0	0,0	4,3	0,2	5,1
	27. 3.63	3,0	85,2	0,0	4,9	0,3	6,6
	26. 4.63	2,7	87,8	0,0	4,7	0,2	4,6
Hóla II Gufudal	19. 9.62	8,0	86,3	0,0	1,5	0,1	4,1
	24.10.62	5,7	88,8	0,0	1,4	0,1	4,0
	23.11.62	6,0	88,6	0,0	1,3	0,1	4,0
	27.12.62	4,2	86,5	0,0	2,4	0,3	6,6
	29. 1.63	3,6	87,2	0,0	2,3	0,3	6,6
	21. 2.63	3,7	89,0	0,0	1,8	0,3	5,2
	27. 3.63	2,4	83,6	0,0	3,2	0,4	10,4
	26. 4.63	3,0	88,4	0,0	2,0	0,3	6,3
	29. 5.63	3,5	85,0	0,0	2,8	0,4	8,3

Borhola	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> +Ar
GIII	27.11.62	8,0	72,0	0,0	5,5	0,3	14,2
	27.12.62	5,7	76,6	0,0	5,6	0,4	11,7
	21. 2.63	8,1	79,2	0,0	4,1	0,4	8,2
	20. 3.63	5,3	72,7	0,0	6,1	0,5	15,4
G VI	27.11.62	12,0	76,9	0,0	3,6	0,3	7,2
	27.12.62	10,9	76,4	0,0	3,9	0,3	8,5
	29. 1.63	4,2	70,2	0,0	8,4	0,6	16,6
	21. 2.63	7,4	78,1	0,0	4,2	0,3	10,0
	20. 3.63	5,3	83,1	0,0	3,6	0,3	7,7
	20. 4.63	5,8	78,4	0,0	5,9	0,4	9,5
G VII	27.11.62	8,6	80,8	0,0	3,2	0,3	7,1
	27.12.62	12,1	75,7	0,0	2,7	0,2	9,3
	29. 1.63	4,6	73,9	0,0	6,0	0,5	15,0
	21. 2.63	6,4	78,5	0,0	4,0	0,4	10,7
	27. 3.63	4,9	72,1	0,0	6,8	0,7	15,5
	26. 4.63	4,7	76,9	0,0	5,5	0,5	12,4
G VIII	27.11.62	18,4	74,0	0,0	2,3	0,2	5,1
	27.12.62	7,4	77,8	0,0	6,8	0,2	7,8
	29. 1.63	8,4	76,6	0,0	7,6	0,3	7,1
	20. 3.63	8,5	81,0	0,0	4,6	0,3	5,6
	22. 4.63	11,3	72,1	0,0	6,8	0,3	9,5
	8. 5.63	8,0	76,4	0,0	7,0	0,3	8,3
	19. 6.63	3,5	57,7	0,0	18,3	0,5	20,0
	12. 7.63	11,2	72,2	0,0	7,3	0,3	9,0

Haukadalur - Hveravellir

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
<u>Haukadalur:</u>								
Þrastarhver	25. 5.66	0,0	5,8	18,9	0,02	-	-	-
Fata	1. 6.66	0,0	29,3	6,6	0,16	0,84	61,5	-
Moldi	1. 6.66	0,0	66,6	2,8	0,25	0,60	29,8	-
Hver við Molda	1. 6.66	0,0	45,5	5,5	0,43	0,49	46,0	-
Sóði	1. 6.66	0,0	1,4	10,2	0,05	0,03	84,2	-
Hver við Smið	1. 6.66	0,0	57,6	4,6	0,05	0,02	37,0	-
<u>Hveravellir:</u>								
Bláhver	5.10.66	0,0	33,6	5,4	1,6	1,0	55,4	-
Eyvindarhver	14. 8.67	0,2	65,9	3,5	0,6	1,0	-	-
Öskurhóll	14. 8.67	-	8,6	11,0	1,1	1,1	-	-



Torfajökulssvæðið.

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Brennisteinsalda, skella 1 í gili, G 1	21. 9.66	1,7	87,6	0,0	9,7	0,31	-	-
Sprengigígur með vatni, G 4	21. 9.66	1,7	61,9	1,6	22,2	1,27	-	-
Gas úr uppstreymi Reykjadal-Eystri	25. 9.66	0,2	87,4	0,0	5,1	0,2	7,1	0,2
Gas úr uppstreymi í Jökulgili ca 2 km frá Landmannalaugum, G 6	24. 9.66	1,8	90,4	0,0	3,8	3,3	0,8	0,15
Landmannalaugar	26. 9.66	0,0	87,9	0,0	0,1	0,9	11,0	-
	1. 9.67	0,0	87,2	0,0	0,0	0,7	-	-
Hver I Reykjadölum	25. 9.66	2,2	87,0	0,0	5,9	-	-	-
Hver niður við hvamm á Brandsgilsaurum	1. 9.67	1,4	28,5	13,7	3,3	0,0	-	-
Hveráþyrping í SV opi Hrafn-tinnuskers	3. 9.67	1,0	63,3	3,1	17,5	0,3	-	-
Hrafn-tinnusker	3. 9.67	5,3	50,4	4,0	15,4	1,4	-	-

Sýnishorn tekin og merkt af starfsmönnum Orkustofnunar.

Borgarfjörður

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Reykholt, Skrifla	30. 7.65	0,0	13,1	1,7	0,00	0,27	85,0	2,3
Norðurreykir, Strokkur	18. 7.65 30. 7.65	0,0 0,0	8,6 8,6	0,0 0,0	- 0,00	0,30 0,29	87,6 89,5	2,59 2,60
Norðurreykir, í læk	19. 7.65	0,0	8,3	0,0	0,15	0,39	88,4	2,80
Norðurreykir, við spunahús	19. 7.65	0,0	1,6	1,9	0,01	0,17	92,6	2,4
Kleppjárnsreykir, (gufustútur)	30. 7.65	0,0	6,1	1,0	0,00	0,48	89,3	2,6
Deildartunga, (gufustútur)	30. 7.65	0,0	2,5	0,0	0,00	0,46	94,9	2,29
Varmaland, borh. við skóla	30. 7.65	0,0	0,2	1,0	0,00	0,41	98,0	2,2
Leirárlaug	21.10.66	0,0	12,4	0,0	0,0	0,8	84,6	1,9

13.

Eyjafjörður

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Laugaland, Hörgárdal	21. 6.64	0,0	0,0	0,2	0,0	0,02	98,0	2,0
Hólsgærði	21. 6.64	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	-	-
Laugaland, Eyjafirði	22. 6.64	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	-	-
Brúnalaug	23. 7.64	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	98,0	2,06

S - Þingeyjarsýsla, Kverkfjöll.

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Námaskarð	21. 2.64	15,3	21,2	0,0	55,5	1,7	-	-
borhola	19. 8.64	8,6	15,1	0,0	64,0	2,3	-	-
Námaskarð, Hóla II	23. 1.67	22,5	19,8	0,0	49,0	2,05	6,40	0,07
Námaskarð, Hóla III	24. 1.67	24,1	31,4	0,0	32,8	2,52	8,70	0,20
Þeistareykir, við skála	28. 7.66	1,8	39,4	0,0	53,6	0,13	4,40	0,1
Þeistareykir	28. 7.66	9,7	42,2	0,0	42,2	0,10	4,78	0,1
Syðstihver	29. 7.66	0,0	0,2	3,6	0,0	0,31	94,0	-
Hafralækur, borhola	6. 8.65	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Kverkfjöll	21. 7.64	1,4	60,0	4,3	15,5	0,4	-	-
	21. 7.64	2,6	77,8	0,0	16,6	0,3	-	-
	21. 7.64	0,5	29,3	6,6	39,9	0,1	-	-

Ýmsir staðir

Staður	Dagsetn.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
Þjófahver, Reyk- hólum, Barðastr.	30. 7.65	0,0	0,0	0,0	0,00	0,14	97,0	2,06
Bergshver, Reykh.	30. 7.65	0,0	0,0	0,0	0,00	0,15	98,5	1,88
Rauðamelsölkelda, Hnappadalssýslu	8. 8.63	0,0	98,9	0,1	0,0	0,0	-	-
Árbær, Ölfusi (borhola)	20. 1.66	0,0	0,0	1,7	0,00	0,03	-	-